

PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK MENGGUNAKAN BIOFILTER ANAEROB BERMEDIA PLASTIK (*BIOBALL*)

Khusnul Amri dan Putu Wesen

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

e-mail : amri_khusnul@yahoo.com

ABSTRAK

Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (bioball) adalah suatu proses pengolahan air limbah secara biologis dengan menggunakan media filter. Media ditujukan untuk tempat melekatnya mikroorganisme agar dapat melakukan proses perkembangbiakan. Penelitian ini menggunakan sistem anaerob dengan variasi yang digunakan adalah waktu tinggal (t_d), yaitu (1,2,3,4,5)hari dan rasio resirkulasi (40%,60%,80%,100%). Parameter yang dianalisa adalah COD dan BOD. Penelitian didapatkan hasil optimal untuk efisiensi penyisihan COD sebesar 90,29% dan penyisihan BOD sebesar 92,93% pada waktu tinggal ke-5 hari dengan rasio resirkulasi 100%.

Kata kunci : Biofilter anaerob, Air Limbah Domestik, bioball, BOD dan COD

ABSTRACT

Plastic Mediated Anaerobic Biofilter (bioball) is a biologically waste water treatment processing by using filter media. The media is aimed at the embedding place of microorganism in order that it can bring out the proliferation procesS. This research used anaerobic system with the variations used were deposit times (t_d), namely (1, 2, 3, 4, 5) days and recirculation ratios (40, 60, 80, 100%). Parameters to analyze were COD and BOD. From the research results there were obtained the optimum results for the efficiency of COD isolation as large as 90.29% and the BOD isolation efficiency as large as 92.93%. at 5th days deposit time with recirculation ratio of 100%.

Keywords: Anaerobic biofilter, Domestic Waste Water, bioball, BOD and COD

PENDAHULUAN

Aktivitas manusia pada umumnya menghasilkan limbah buangan. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan jasa (misalnya laundry, rumah makan, rumah sakit, pencucian mobil, dan sebagainya) serta proses-proses produksi (misalnya industri pertanian, tekstil, kertas, dan sebagainya) maupun berbagai kegiatan rumah tangga/domestik (pemukiman) yang kehadirannya pada suatu tempat tertentu tidak dikehendaki atau mencemari lingkungan dapat berbentuk cair, padat, dan gas (Ishartanto, 2009). Limbah domestik adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga, seperti air bekas cucian, dapur, dan toilet. Limbah domestik mengandung 85% protein, 25% karbohidrat, dan 10% lemak. Proses pengolahan limbah memiliki beberapa cara, salah satunya dengan proses biologis. Pengolahan secara biologi merupakan alternatif dalam pengolahan limbah sisa aktivitas kegiatan manusia, baik dalam kegiatan industri, kegiatan komersial atau kegiatan domestik dengan menggunakan aktivitas mikroorganisme (Indriyati, 2007). Pengolahan limbah cair organik secara anaerobik dapat diaplikasikan menggunakan reaktor biofilter bermedia. Media biofilter ditujukan untuk tempat melekatnya mikroorganisme agar dapat melakukan proses perkembangbiakan. Dalam proses anaerobik ini terjadinya aktivitas mikroorganisme dalam multi tahapan, yakni tahap hidrolitik, asidifikasi, dan methanasi (Indriyati, 2007).

TINJAUAN PUSTAKA

Air Limbah Domestik

Air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat – tempat umum lain yang mengandung

bahan – bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan (Metcalf & Eddy, 2003).

Air limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemar terbesar bagi perairan. Tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah domestik meningkatkan pencemaran pada badan air penerima. Semakin meningkatnya pencemaran dapat menurunkan derajat kesehatan masyarakat. Menurut Veenstra, (1995) dalam Supradata, (2005) menyatakan bahwa secara prinsip air limbah terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu air limbah yang terdiri dari air buangan tubuh manusia yaitu tinja dan urine (*black water*) dan air limbah yang berasal dari buangan dapur dan kamar mandi (*gray water*), yang sebagian besar merupakan bahan organik.

Kandungan Air Limbah

Limbah cair baik domestik maupun non domestik mempunyai beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik limbah cair dapat digolongkan pada karakteristik fisik, kimia, dan biologi (Metcalf and Eddy, 2003).

1. Sifat Fisik

Air limbah domestik yang sudah terkumpul dan masih dalam keadaan baru dan dalam keadaan aerob berbau busuk, berwarna abu-abu kekuning-kuningan.

2. Sifat Kimia

Komponen kimia yang terdapat dalam limbah cair rumah tangga, ada yang larut dan ada pula yang tidak larut. Komponen yang menyusun limbah cair rumah tangga digolongkan dalam dua kelompok, yaitu zat organik dan zat anorganik.

3. Sifat Biologis

banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain.

Pengolahan Limbah Secara Biologis

Pengolahan limbah secara biologis dibagi menjadi 2 proses utama, yaitu Proses aerob dan anaerob. Pemilihan kedua proses tersebut didasarkan pada jumlah bahan organik terlarut dalam air limbah.

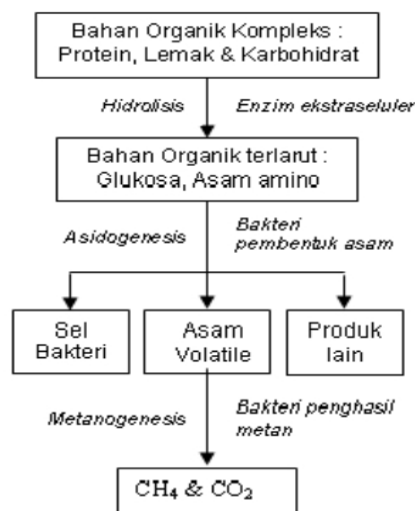
1. Proses Aerob

Pengolahan limbah cair secara aerob adalah memanfaatkan aktivitas mikroorganisme atau metabolisme sel untuk menurunkan atau menghilangkan substrat tertentu, terutama senyawa – senyawa organik *biodegradable* yang terdapat dalam limbah cair.

2. Proses Anaerob

Proses pengolahan biologis secara anaerob adalah merupakan proses biologis yang membutuhkan bakteri (mikroorganisme) anaerob yang tidak membutuhkan O_2 bebas. Proses anaerob pada dasarnya dipengaruhi oleh pH dan temperatur lingkungan.

Pada proses anaerob, penguraian senyawa organik berlangsung secara bertahap dan pada setiap tahapan terdapat aktivitas suatu jenis bakteri tertentu yang dominan dan setiap jenis bakteri mempunyai kondisi lingkungan optimum yang menjadi salah satu parameter penting. Sesuai dengan tahapan-tahapan tersebut, masing-masing proses yang terjadi dalam proses degradasi anaerobik adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Proses Degradasi Anaerobik

Degradasi Anaerobik Senyawa Organik Tahapan – tahapan dalam proses degradasi anaerob sebagai berikut :

1) Proses Hidrolisis

Pada proses hidrolisis ini, aktivitas kelompok bakteri Saprofilik menguraikan bahan organik kompleks. Aktivitas terjadi karena bahan organik tidak larut seperti polisakarida, lemak, protein dan karbohidrat akan dikonsumsi bakteri Saprofilik, dimana enzim ekstraseluler akan mengubahnya menjadi bahan organik yang larut dalam air.

2) Proses Asidogenesis

Pada proses ini, bahan organik terlarut akan diubah menjadi asam organik rantai pendek seperti asam butirat, asam propionat, asam amino, asam asetat dan asam-asam lainnya oleh bakteri Asidogenik.

3) Proses Metanogenesis

Proses Metanogenesis adalah proses dimana bakteri Metanogenik akan mengkonversi asam organik volatil menjadi gas metan (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) dalam (Indriyati, 2007).

Penanganan Air Limbah Domestik

Kegiatan penanganan limbah selama ini sudah banyak dilakukan oleh banyak orang. Menurut Filliazati, mega dkk menyatakan bahwa telah melakukan penanganan limbah domestik dengan menggunakan biofilter aerob menggunakan media bioball dan tanaman kiambang. Cara tersebut dapat menurunkan kandungan BOD sebesar 68,98% dan minyak lemak sebesar 96,60%. Kemudian menurut Wulandari, Desi dan Marlitasari telah melakukan proses pengolahan limbah cair domestik secara anaerob yang dalam hal ini menggunakan proses lumpur aktif dapat menurunkan kandungan COD dalam air limbah domestik sebesar 37,3%.

Menurut Yanto (2011) telah melakukan studi tentang penggunaan zeloit sebagai media penyaring pada pengolahan air limbah domestik. Melalui metode tersebut didapatkan hasil penurunan E coli 99,9% dan BOD serta DO sebesar 71% dan 66% dalam air limbah domestik.

Menurut Romayanto, Muhammad dan Wiryanto (2006) penanganan limbah domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri *pseudomonas putida* menyatakan bahwa penurunan parameter BOD sebesar 89,19% dan TSS dalam air limbah domestik tersebut sebesar 90,77%.

Menurut Yahya, Fahrul dalam studi pengolahan air limbah domestik dengan biofilter aerasi menggunakan media bioball dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) menyatakan bahwa terjadinya penurunan kadar fosfat dalam air limbah domestik sebesar 54,8% dan penyisihan amonium sebesar 38,4% serta kandungan COD dalam air limbah domestik sebesar 50,8%.

Menurut Said (2000) dalam teknologi pengolahan limbah dengan proses biofilm tercelup dapat

menurunkan kandungan organik dan padatan tersuspensi (SS) sebesar lebih dari 90%.

Pada Ishartanto (2009) dalam pengaruh aerasi dan penambahan bakteri *Bacillus sp* dalam mereduksi bahan pencemar organik air limbah saat pengolahan air limbah domestik (sebanyak 2 liter) dengan menambahkan 1 ml biakan *Bacillus sp.* dan diaerasi selama 12, 24, 48 dan 72 jam telah berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan pencemar BOD (96%), COD (82%), dan TSS (60%).

METODE PENELITIAN

Peralatan dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan proses biofilm, yakni melekat mikroorganisme pada media. Tahapan awal yang dilakukan yakni Melakukan persiapan bak penampung limbah serta reaktor anaerob dengan ukuran 26 liter dan media *bioball* dalam reaktor. Pemasangan pipa dan valve. Pemasangan media plastik (*Bioball*) dilakukan secara berangkai dengan spesifikasi dimensi bed yang telah ditentukan serta jumlah media yang telah direncanakan. Setelah semua selesai barulah dilakukan proses *seeding* kemudian proses aklimatisasi untuk penyesuaian pada mikroorganisme sebelum melakukan *running*.

Tabel 1. Spesifikasi Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (*bioball*)

| Alat | Keterangan |
|----------------------------------|---|
| Dimensi Reaktor | - Lebar = 21 cm - Panjang = 31 cm - Tinggi = 70 cm |
| Dimensi Bed Reaktor | - Lebar = 21 cm - Panjang = 21 cm - Tinggi = 60 cm - Volume = 26 Liter |
| Media plastik (<i>bioball</i>) | - Diameter bola = 3 cm - Jumlah bola = 540 buah - volume bola = 5,4 liter |

Prosedur Penelitian

Seeding

Pada saat baru dipasang, media plastik (bioball) pada biofilter belum ada mikroorganisme yang menempel pada permukaan media. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangbiakan mikroorganisme melekat pada media.

Proses *seeding* dilakukan secara alami dengan memberikan bibit organisme dari limbah buatan, dengan penambahan nutrisi beserta aktivator bioHS kedalam reaktor.

Aklimatisasi

Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengganti secara bertahap air limbah penampungan hasil seeding dengan limbah air domestik asli. Penggantian dilakukan dimulai dengan perbandingan 10 % air dengan limbah 90 % dalam bak penampungan. Penggantian dilakukan secara bertahap sampai penggantian 100 %. Proses aklimatisasi diberhentikan pada saat efisiensi penyisihan COD telah stabil dan limbah yang tergantikan telah 100% air limbah domestik.

Setelah proses aklimatisasi telah selesai yang diindikasikan dengan penggantian limbah penampungan dengan limbah air domestik telah mencapai 100 % dan efisiensi penyisihan COD pada saat aklimatisasi relatif stabil, maka pengoperasian secara kontinyu dapat dilakukan. Melakukan analisa BOD dan COD dengan debit yang berbeda serta variasi rasio resirkulasi. Mulai dari hari yang paling rendah dan rasio resirkulasi paling kecil hingga hari yang semakin lama dan rasio resirkulasi yang semakin besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah air limbah domestik Rumah Susun Mahasiswa (RUSUNAWA) di Universitas

Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Sampel berasal dari air buangan tubuh manusia (*Black water*) yang diambil dari outlet bak penampungan *septic*.

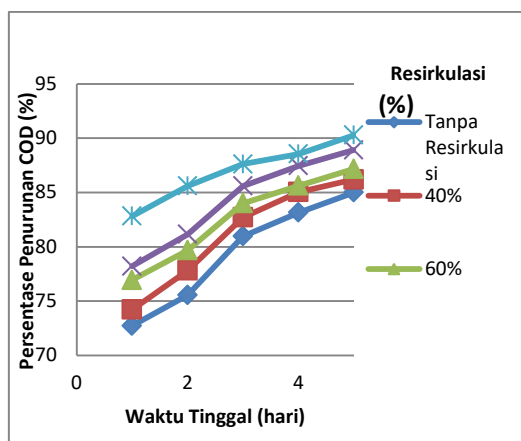
Tabel 2. Karakteristik Air Limbah Domestik

| Parameter | Kadar (mg/l) |
|-----------|--------------|
| BOD | 282 |
| COD | 352 |
| pH | 8 |

Tabel 3. Pengaruh Waktu Tinggal (hari) dan Rasio Resirkulasi (%) terhadap Penurunan (COD)

| Waktu Tinggal (hari) | Rasio Resirkulasi | | | | |
|----------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Tanpa Resirkulasi | 40 | 60 | 80 | 100 |
| | Penurunan COD (%) | | | | |
| 1 | 72,73 | 74,21 | 76,94 | 78,21 | 82,83 |
| 2 | 75,54 | 77,81 | 79,67 | 81,14 | 87,61 |
| 3 | 80,97 | 82,71 | 84,01 | 85,59 | 87,61 |
| 4 | 83,15 | 85,03 | 85,63 | 87,46 | 88,54 |
| 5 | 85,00 | 86,20 | 87,18 | 88,92 | 90,29 |

pengaruh penurunan *Chemical Oxygen Demand (COD)* pada air limbah domestik menggunakan reaktor biofilter anaerob bermedia plastik (*bioball*), dapat dilihat bahwa semakin lama waktu tinggal maka penurunan *Chemical Oxygen Demand (COD)* mengalami persentase penurunan yang semakin meningkat dan stabil.



Gambar 2. Hubungan Antara Waktu Tinggal (hari) dan Rasio Resirkulasi (%) terhadap Persentase Penurunan (COD)

Peningkatan efisiensi penyisihan bahan organik sejalan dengan peningkatan waktu hidraulik, hal ini disebabkan karena semakin panjang waktu kontak antara bahan organik dengan bakteri di biofilm, semakin banyak pula kesempatan bakteri untuk mempergunakan bahan organik untuk metabolis tubuhnya (Indriyati, 2007).

Pada waktu kontak hidrolik ke-1, persentase penurunan COD relatif kecil dikarenakan waktu kontak dengan mikroorganisme terlalu singkat. Untuk nilai persentase penurunan COD sebesar 72,73% dengan COD awal sebesar 352 mg/l dan hasil COD akhir sebesar 96 mg/l. Untuk efektifitas yang lebih baik pada waktu kontak ke-1 yaitu sebesar 82,83% dengan COD awal 361 mg/l dan hasil COD akhir sebesar 62 mg/l.

Pada waktu kontak hidrolik ke-2, persentase penurunan COD mengalami peningkatan penurunan COD. Untuk nilai persentase penurunan COD paling rendah sebesar 75,54% dengan COD awal sebesar 368 mg/l dan hasil COD akhirnya sebesar 90 mg/l. Sedangkan untuk efektifitas paling tinggi persentase penurunan COD sebesar 85,59% dengan COD awal

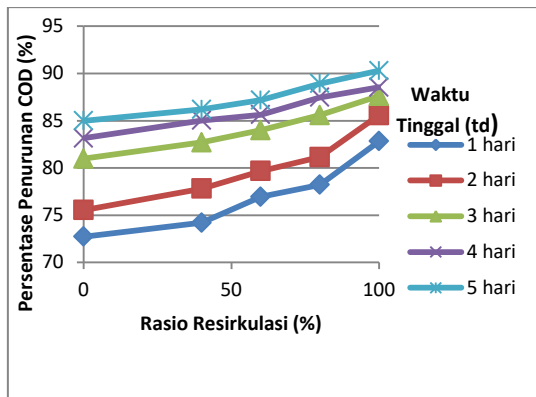
sebesar 347 mg/l dan COD akhir sebesar 50 mg/l.

Pada waktu kontak hidrolik ke-3, persentase penurunan COD mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan saat waktu kontak hidrolik ke-2, hal ini disebabkan karena pada saat awal operasi terlihat, bahwa persentase penurunan COD realtif masih kecil, namun seiring dengan bertambahnya waktu operasi, efisiensi penurunan semakin meningkat. Hal ini mengindkasikan bahwa mikroorganisme berada pada fase eksponensial dimana pertumbuhan bakteri semakin meningkat.

Untuk waktu kontak hidrolik ke-4 dan ke-5, persentase penurunan COD mengalami kenaikan namun tidak signifikan. Hal ini disebabkan kestabilan operasi terjadi setelah waktu kontak hidrolik ke-3 mikroba mulai saling bertumpuk sedemikian rupa sehingga menghambat kontak mikroba dengan limbah cair sehingga persentase penurunan COD realif stabil atau konstan, sesuai dengan pendapat (Pohan, 2008). Saat waktu kontak hidrolik ke-4, nilai persentase penurunan COD terendah sebesar 83,15% dengan COD awal sebesar 356 mg/l dan didapat hasil COD akhirnya sebesar 60 mg/l selisih tidak besar dari waktu kontak hidrolik ke-5 sebesar 85% dengan COD awalnya sebesar 360 mg/l dan didapat COD akhir sebesar 54 mg/l. Sedangkan untuk nilai persentase paling baik saat waktu hidrolik ke-4 yakni sebesar 88,54% dengan COD awal sebesar 349 mg/l dan hasil COD akhir sebesar 40 mg/l selisih dengan waktu kontak hidrolik ke-5 sebesar 90,29%, mempunyai COD awal sebesar 350 mg/l dan COD akhir sebesar 34 mg/l.

saat variasi rasio resirkulasi pengolahan air limbah domestik menggunakan biofilter anaerob bermedia plastik (*bioball*) dengan

proses *continue* dimana terjadi perubahan kandungan organik *Chemical Oxygen Demand* (COD).



Gambar 3. Hubungan Antara Rasio Resirkulasi (%) dan Waktu Tinggal (hari) terhadap Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Rasio resirkulasi semakin besar dengan waktu tinggal semakin lama memiliki pengaruh yang besar terhadap persentase penurunan COD, dimana semakin besar rasio resirkulasi maka persentase penurunan COD semakin meningkat. Peningkatan tersebut dikarenakan adanya pengenceran bahan organik dalam air limbah domestik sesuai dengan pernyataan (Indriyati, 2003) bahwa jika ada sirkulasi maka dapat mengencerkan bahan organik yang tinggi, pengatur pH, menstabilkan temperatur, serta membantu proses pengadukan.

Pada hasil yang paling maksimal terdapat pada hasil persentase penurunan COD air limbah domestik dengan rasio resirkulasi 100% dari debit inlet awal masuk dalam biofilter. Dengan menggunakan rasio resirkulasi 100% persentase penurunan tertinggi terdapat pada waktu ke-5 hari dikarenakan pada waktu ke-5 hari memiliki waktu yang panjang untuk waktu kontak serta dengan adanya rasio resirkulasi 100% menuju inlet reaktor

biofilter sehingga kandungan organik jauh lebih rendah jadi lebih meningkatkan persentase penurunan COD. Untuk nilai persentase penurunan COD sebesar 90,29% dengan COD awal 350 mg/l setelah dilakukan proses mendapatkan hasil COD akhir sebesar 34 mg/l, sedangkan untuk COD terendah terdapat saat tanpa resirkulasi dengan persentase penurunan COD sebesar 85,00% dengan COD awal sebesar 360 mg/l setelah diproses didapat COD akhir sebesar 54 mg/l. Untuk grafik hari ke-5 memiliki pola yang relatif stabil baik untuk rasio resirkulasi 100%, 80%, 60%, 40% maupun tanpa resirkulasi.

Pada rasio resirkulasi untuk hari ke-4 dan ke-3 memiliki pola yang sama pada grafiknya. Tingkat persentase penurunan COD relatif stabil untuk setiap tingkat rasio resirkulasi, baik dengan tingkat rasio resirkulasi 100%, 80%, 60%, 40% maupun tanpa resirkulasi. Untuk persentase penurunan tertinggi pada hari ke-4 dengan rasio resirkulasi 100% dengan persentase penurunan sebesar 88,54% memiliki COD awal sebesar 349 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 40 mg/l. Sedangkan untuk persentase penurunan terendah saat tanpa rasio resirkulasi yakni sebesar 83,15% dengan COD awal sebesar 356 mg/l setelah proses didapatkan hasil COD akhir sebesar 60 mg/l. Pada hari ke-3 memiliki persentase penurunan COD paling baik sebesar 87,61% dengan menggunakan rasio resirkulasi 100% saat COD awal sebesar 347 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 43 mg/l sedangkan persentase penurunan COD terendah tanpa resirkulasi sebesar 80,97% dengan COD awal sebesar 352 mg/l setelah diproses didapatkan hasil sebesar 67 mg/l.

Untuk persentase penurunan COD paling signifikan terjadi pada

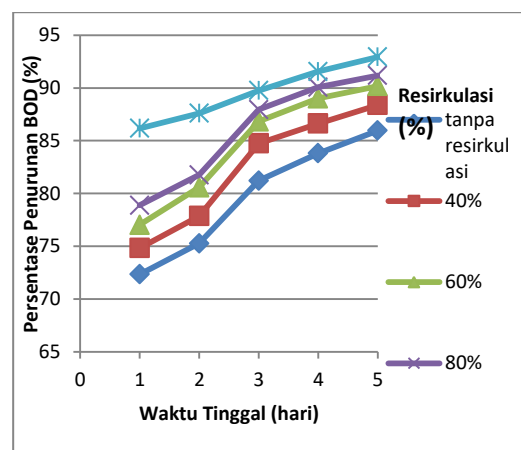
setiap rasio resirkulasi pada kurun waktu hari ke-1 dan hari ke-2 dikarenakan pengaruh waktu kontak dengan pola grafik yang hampir sama pada setiap rasio resirkulasi. Kenaikan terjadi akibat semakin banyak debit rasio resirkulasi. Kenaikan paling besar juga saat adanya rasio resirkulasi 100%. Pada persentase penurunan COD terbaik untuk hari ke-2 adalah 85,59% dengan COD awal sebesar 347 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 50 mg/l sedangkan untuk persentase terendah pada saat tanpa resirkulasi dengan COD awal sebesar 368 mg/l setelah diproses sebesar 90 mg/l. Untuk persentase penurunan COD paling rendah terjadi pada hari ke-1 dibandingkan dengan waktu kontak hari yang lain. Dengan rasio resirkulasi 100% paling efektif didapatkan hasil 90,29% saat COD awal sebesar 350 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 34 mg/l sedangkan untuk hasil terendah yaitu perlakuan tanpa resirkulasi sebesar 72,73% dengan COD awal sebesar 352 mg/l setelah diproses hasil persentase penurunan sebesar 96 mg/l.

Pada penelitian kandungan *Biological Oxygen Demand* (BOD) untuk air limbah domestik dengan kandungan cukup tinggi. Pada pengolahan air limbah domestik menggunakan biofilter anaerob bermedia plastik (*bioball*) dengan perlakuan yang sama pada seperti saat variasi waktu tinggal yang berbeda dan rasio resirkulasi dalam proses biofiltrasi untuk mendegradasi kandungan organik dalam air limbah domestik memiliki persentase penurunan BOD yang signifikan.

Tabel 4. Pengaruh Waktu Tinggal (hari) dan Rasio Resirkulasi (%) terhadap Penurunan (BOD)

| Waktu Tinggal (hari) | Rasio Resirkulasi | | | | |
|----------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Tanpa Resirkulasi | 40 | 60 | 80 | 100 |
| | Penurunan BOD (%) | | | | |
| 1 | 72,34 | 75,89 | 77,03 | 78,87 | 86,17 |
| 2 | 75,27 | 77,86 | 80,57 | 81,75 | 87,59 |
| 3 | 81,21 | 84,75 | 86,83 | 87,94 | 89,75 |
| 4 | 83,8 | 86,62 | 89,36 | 90,7 | 91,55 |
| 5 | 85,96 | 88,38 | 90,18 | 91,17 | 92,93 |

Hasil penurunan yang didapat juga semakin besar, sedangkan untuk tanpa resirkulasi dengan waktu kontak yang singkat maka hasil yang didapat semakin menurun.



Gambar 4. Hubungan Antara Waktu Tinggal (hari) dan Rasio resirkulasi (%) terhadap Penurunan *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Persentase penurunan BOD antara waktu tinggal hari ke-1 sampai hari ke-5 terus mengalami peningkatan pada setiap variasi rasio resirkulasi. Peningkatan efisiensi penyisihan bahan organik sejalan dengan peningkatan waktu hidraulik, hal ini disebabkan karena semakin panjang waktu kontak antara bahan organik dengan bakteri di biofilm, semakin banyak pula

kesempatan bakteri untuk mempergunakan bahan organik untuk metabolisme tubuhnya (Indriyati, 2007).

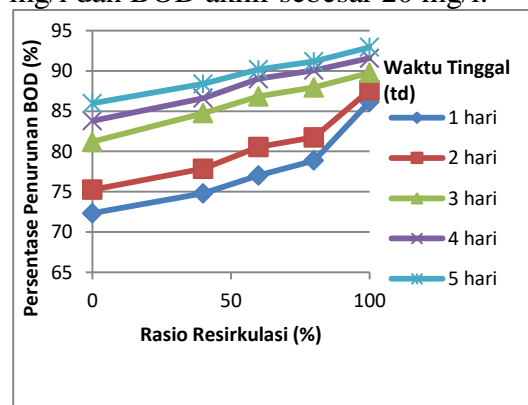
Pada waktu kontak hidrolik ke-1, persentase penurunan BOD relatif kecil dikarenakan waktu kontak dengan mikroorganisme terlalu singkat. Untuk nilai persentase penurunan BOD sebesar 72,34% dengan BOD awal sebesar 282 mg/l dan hasil BOD akhir sebesar 78 mg/l. Untuk efektifitas yang lebih baik pada waktu kontak ke-1 dengan adanya rasio yaitu sebesar 86,17% dengan BOD awal 282 mg/l dan hasil BOD akhir sebesar 39 mg/l.

Pada waktu kontak hidrolik ke-2, persentase penurunan BOD mengalami peningkatan. Untuk nilai persentase penurunan BOD paling rendah sebesar 75,54% dengan BOD awal sebesar 283 mg/l dan hasil BOD akhirnya sebesar 70 mg/l. Sedangkan untuk efektifitas paling tinggi persentase penurunan BOD sebesar 87,59% dengan BOD awal sebesar 282 mg/l dan BOD akhir sebesar 35 mg/l.

Pada waktu kontak hidrolik ke-3, persentase penurunan BOD mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan saat waktu kontak hidrolik ke-2, hal ini disebabkan karena pada saat awal operasi terlihat, bahwa persentase penurunan BOD relatif masih kecil, namun seiring dengan bertambahnya waktu operasi, efisiensi penurunan semakin meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme berada pada fase eksponensial dimana pertumbuhan bakteri semakin meningkat. Persentase penurunan BOD paling rendah sebesar 81,21% dengan BOD awal sebesar 282 mg/l dan BOD akhir sebesar 53 mg/l. Sedangkan paling efektif penurunan BOD sebesar 89,75% dengan BOD awal sebesar 283 mg/l dan BOD akhir sebesar 29 mg/l.

Untuk waktu kontak hidrolik ke-4 dan ke-5, persentase penurunan BOD

mengalami kenaikan namun tidak signifikan. Hal ini disebabkan kestabilan operasi terjadi setelah waktu kontak hidrolik ke-3 mikroba mulai saling bertumpuk sedemikian rupa sehingga menghambat kontak mikroba dengan limbah cair sehingga persentase penurunan BOD relatif stabil atau konstan, sesuai dengan pendapat (Pohan, 2008). Saat waktu kontak hidrolik ke-4, nilai persentase penurunan BOD terendah sebesar 83,80% dengan BOD awal sebesar 284 mg/l dan didapat hasil BOD akhirnya sebesar 46 mg/l selisih tidak besar dari waktu kontak hidrolik ke-5 sebesar 85,96% dengan BOD awalnya sebesar 285 mg/l dan didapat BOD akhir sebesar 40 mg/l. Sedangkan untuk nilai persentase paling baik saat waktu hidrolik ke-4 yakni sebesar 91,55% dengan BOD awal sebesar 284 mg/l dan hasil BOD akhir sebesar 24 mg/l selisih dengan waktu kontak hidrolik ke-5 sebesar 92,93%, mempunyai BOD awal sebesar 283 mg/l dan BOD akhir sebesar 20 mg/l.



Gambar 5. Hubungan Antara Rasio Resirkulasi (%) dan Waktu Tinggal (hari) terhadap Penurunan Biological Oxygen Demand (BOD).

Hasil dari pengolahan air limbah domestik dengan memanfaatkan rasio resirkulasi memiliki perbedaan dalam

persentase penurunan BOD dalam air limbah domestik.

Pada hasil yang paling maksimal terdapat pada hasil persentase penurunan BOD air limbah domestik dengan rasio resirkulasi 100% dari debit inlet awal masuk dalam biofilter. Dengan menggunakan rasio resirkulasi 100% persentase penurunan tertinggi terdapat pada waktu ke-5 hari dikarenakan pada waktu ke-5 hari memiliki waktu yang panjang untuk waktu kontak serta dengan adanya rasio resirkulasi 100% menuju inlet reaktor biofilter sehingga kandungan organik jauh lebih rendah jadi lebih meningkatkan persentase penurunan BOD. Untuk nilai persentase penurunan BOD sebesar 92,53% dengan BOD awal 283 mg/l setelah dilakukan proses mendapatkan hasil BOD akhir sebesar 20 mg/l, sedangkan untuk BOD terendah terdapat saat tanpa resirkulasi dengan persentase penurunan BOD sebesar 85,96% dengan BOD awal sebesar 285 mg/l setelah diproses didapat COD akhir sebesar 40 mg/l. Untuk grafik hari ke-5 memiliki pola yang relatif stabil baik untuk rasio resirkulasi 100%, 80%, 60%, 40% maupun tanpa resirkulasi.

Pada rasio resirkulasi untuk hari ke-4 dan ke-3 memiliki pola yang sama pada grafiknya. Tingkat persentase penurunan BOD relatif stabil untuk setiap tingkat rasio resirkulasi, baik dengan tingkat rasio resirkulasi 100%, 80%, 60%, 40% maupun tanpa resirkulasi. Untuk persentase penurunan tertinggi pada hari ke-4 dengan rasio resirkulasi 100% dengan persentase penurunan sebesar 91,55% memiliki BOD awal sebesar 284 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 24 mg/l. Sedangkan untuk persentase penurunan terendah saat tanpa rasio resirkulasi yakni sebesar 83,80% dengan BOD awal sebesar 284 mg/l setelah proses

didapatkan hasil BOD akhir sebesar 46 mg/l. Pada hari ke-3 memiliki persentase penurunan BOD paling baik sebesar 89,75% dengan menggunakan rasio resirkulasi 100% saat BOD awal sebesar 283 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 29 mg/l sedangkan persentase penurunan BOD terendah tanpa resirkulasi sebesar 81,21% dengan BOD awal sebesar 282 mg/l setelah diproses didapatkan hasil sebesar 53 mg/l.

Untuk persentase penurunan BOD paling signifikan terjadi pada setiap rasio resirkulasi pada kurun waktu hari ke-1 dan hari ke-2 dikarenakan pengaruh waktu kontak dengan pola grafik yang hampir sama pada setiap rasio resirkulasi. Kenaikan terjadi akibat semakin banyak debit rasio resirkulasi. Kenaikan paling besar juga saat adanya rasio resirkulasi 100%. Pada persentase penurunan COD terbaik untuk hari ke-2 adalah 87,59 % dengan BOD awal sebesar 282 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 35 mg/l sedangkan untuk persentase terendah pada saat tanpa resirkulasi sebesar 75,27% dengan BOD awal sebesar 283 mg/l setelah diproses sebesar 70 mg/l. Untuk persentase penurunan BOD paling rendah terjadi pada hari ke-1 dibandingkan dengan waktu kontak hari yang lain. Dengan rasio resirkulasi 100% didapatkan hasil 86,17% saat BOD awal sebesar 282 mg/l setelah diproses didapatkan hasil 39 mg/l sedangkan untuk hasil terendah yaitu perlakuan tanpa resirkulasi sebesar 72,34% dengan BOD awal sebesar 282 mg/l setelah diproses hasil persentase penurunan sebesar 78 mg/l.

Hubungan saling keterkaitan dalam penelitian ini sangat berpengaruh, saat paling besar rasio resirkulasi dan lama waktu kontak maka hasil yang didapat juga semakin besar, sedangkan untuk tanpa resirkulasi

dengan waktu kontak yang singkat maka hasil yang didapat semakin kecil.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan pernyataan bahwa pada waktu tinggal 4 hari dan dengan rasio resirkulasi 60% dari debit didapatkan hasil nilai COD akhir setelah mengalami proses pengolahan telah mengalami penurunan sesuai dengan standart baku mutu yakni 50 mg/l dan untuk nilai BOD akhir 30 mg/l.

KESIMPULAN

Pada penelitian biofilter anaerob bermedia plastik (bioball) ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Proses penurunan COD pada biofilter anaerob bermedia plastik (*bioball*) menggunakan air limbah domestik didapatkan hasil sesuai standart baku mutu saat waktu tinggal ke-4 hari dan dengan rasio resirkulasi 60% yang hasil COD akhirnya sebesar 50 mg/l.
2. Proses penurunan BOD pada biofilter anaerob bermedia plastik (*bioball*) menggunakan air limbah domestik didapatkan hasil sesuai standart baku mutu pada kurun waktu dan rasio resirkulasi yang sama sebesar 30 mg/l.
3. Kondisi penurunan kandungan organik paling efektif terjadi pada waktu tinggal ke-5 hari dan rasio resirkulasi 100%. Semakin lama waktu tinggal dan semakin besar rasio resirkulasi.
4. Biofilter anaerob bermedia plastik (*bioball*) efektif dalam menurunkan kandungan organik air limbah domestik.

DAFTAR PUSTAKA

Filliazati, Mega, dkk, *Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman*

Kiambang, Universitas Tanjungpura, Pontianak. (Diakses 21 mei 2015).

Indriyati, (2003), *Proses Pembenihan (Seeding) dan Aklimatisasi Pada Reaktor Tipe Fixed Bed*, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.

Indriyati, (2005), *Pengolahan Limbah Cair Organik secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam*, pusat Pengkajian dan penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.

Indriyati, (2007), *Unjuk Kerja Reaktor Anaerob Lekat Diam Terendam dengan Media Penyangga Potongan Bambu*, Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan.

Ishartanto, Amy, W, (2009), *Pengaruh Aerasi dan Penambahan Bakteri (*Bacillus* sp) dalam Mereduksi Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Lita, Valentina, (2008), *Perancangan Bangunan Instalasi*, Universitas Indonesia. Jakarta.

Marlitasari, H.R dan Wulandari, Desi, *Proses Pengolahan Limbah Cair Domestik secara Anaerob*, Universitas Diponegoro, Semarang. (diakses 21 mei 2014)

Metcalf and Eddy, (2003), *Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse*, Fourth Edition. McGraw-Hill, Inc. New York, St Fransisco, Auckland.

Pohan, Nurhasmawaty, (2008), *Pengolahan Limbah Cair*

- Industri Tahu dengan Proses Biofilter Anaerobik*, Tesis, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Romayanto, Eko,W.M, dkk, (2006), *Pengolahan Limbah Domestik dengan Aerasi dan Penambahan Bakteri (Pseudomonas Putida)*, Univaeritas Sebelas Maret, Surakarta.
- Said, Nusa,I, (2000), *Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup*, Jurnal Teknologi Lingkungan Vol.1.
- Said, Nusa,I, (2005), *penggunaan Media Serat Plastik pada Proses Biofilter Tercelup Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Non Toilet*, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- Sani, Yuniarti, E, (2006), *Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Anaerob*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Supradata, (2005), *Pengolahan Limbah Domstik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*, Tesis.
- Yahya, Fahrul, *Studi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Biofilter Aerasi Meggunakan Media Bioball dan Eceng Gondok (Eichornia crassipes)*, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya. (Diakses 21 mei 2014).
- Yanto, (2011), *Penggunaan Zeolit sebagai Media Penyaring pada Pengolahan Air Limbah Domestik*, Universitas Jendral Soedirman, Purbalingga.